

FORMATION OF MASK PATTERN

Patent Number: JP61138256
Publication date: 1986-06-25
Inventor(s): KATO YOSHIHIDE; others: 02
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested Patent: ☐ JP61138256
Application Number: JP19840261513 19841210
Priority Number(s):
IPC Classification: G03F1/00; H01L21/30
EC Classification:
Equivalents: JP63039892B

Abstract

PURPOSE:To improve dimensional precision by forming a thin film layer having etching resistance on a mask base material having etching resistance, forming a resist pattern on the thin film, etching it, and repeating the second etching.

CONSTITUTION:A polymethyl methacrylate film 14 is formed on the thin film 13 made of tantalum, and exposed to electron beams in a desired pattern, and then, developed with isoamyl acetate to form a resist pattern 14. Further, the thin film 13 is selectively removed by using the resist pattern 14 as a mask and the reactive ion etching, and the reactive ion etching process is repeated by using a gas mixture of carbon tetrachloride and oxygen to remove chromium 12, thus permitting the thin tantalum film to effectively work as the mask of the chromium film 12 underlying the film 13, though the resist pattern 14 is gradually removed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭63-39892

⑬ Int. Cl.⁴G 03 F 1/00
H 01 L 21/30

識別記号

G C A
3 0 1

庁内整理番号

H-7204-2H
P-7376-5F

⑭公告 昭和63年(1988)8月8日

発明の数 1 (全6頁)

⑮発明の名称 マスクパターンの形成方法

⑯特 願 昭59-261513

⑰公 開 昭61-138256

⑱出 願 昭59(1984)12月10日

⑲昭61(1986)6月25日

⑳発 明 者 加 藤 芳 秀 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

㉑発 明 者 篠 崎 俊 昭 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

㉒発 明 者 桐 田 慶 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

㉓出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉔代 理 人 弁理士 木村 高久

審 査 官 石 井 良 和

㉕参考文献 特開 昭56-130751(JP, A)

1

①特許請求の範囲

1 マスク母材上に所定波長域の電磁波もしくは所定エネルギーの荷電ビームに対する遮光層を具えたマスク基板上にマスクパターンを形成する方法において、

マスク基板として、遮光層上に更に該遮光層のパターニング工程におけるエッチング条件に対して耐性を有する薄膜層を積層せしめたものを使用し、

該薄膜層上にレジストパターンを形成する工程と、

次いで、このレジストパターンをマスクとして該薄膜層をエッチングする第1のエッチング工程と、

更に、該薄膜層のパターンをマスクとして前記遮光層をエッチングし、遮光層パターンを形成する第2のエッチングとを備えたことを特徴とするマスクパターンの形成方法。

2 前記第1のエッチング工程はドライエッチング工程であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のマスクパターンの形成方法。

3 前記ドライエッチング工程におけるエッチング条件は前記遮光層が耐性を有するものであるこ

2

とを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載のマスクパターンの形成方法。

4 前記第2のエッチング工程は塩素系ガスを用いたドライエッチング工程からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

5 前記第1のエッチング工程は弗素系ガスを用いたドライエッチング工程からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

6 前記塩素系ガスは、四塩化炭素(CCl₄)、塩化メチレン(CH₂Cl₂)、塩化ホウ素(BCl₃)のいずれかあるいはこれらと酸素ガス(O₂)との混合ガスからなることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のマスクパターンの形成方法。

7 前記弗素系ガスは、テトラフルオルメタン(CF₄)、オクタフルオルプロパン(C₈F₈)、塩化ホウ素(BCl₃)のいずれかあるいはこれらと酸素ガスとの混合ガスからなることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のマスクパターンの形成方法。

8 前記第1のエッチング工程はアルゴンガスを用いたドライエッチング工程からなることを特徴

とする特許請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

9 前記遮光層としてクロム膜からなる遮光膜を含むマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第8項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

10 前記遮光層として、遮光膜の他、前記所定波長域の電磁波に対する低反射膜およびまたは導電膜の積層されたマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第9項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

11 前記低反射膜が酸化クロム膜からなるマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第9項記載のマスクパターンの形成方法。

12 前記導電膜がインジウム酸化物またはスズ酸化物からなるマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第10項記載のマスクパターンの形成方法。

13 前記遮光層として、タンタルからなる遮光膜を含むマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第12項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

14 前記薄膜層がタンタル (Ta)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、シリコン (Si)、窒化シリコン (Si_3N_4)、酸化シリコン (SiO_2)、ポリシロキサンの中のいずれかからなるマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第13項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

15 前記薄膜層がクロム層からなるマスク基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第13項記載のマスクパターンの形成方法。

16 前記遮光層又は薄膜層をドライエッチングする工程が異方性エッチングを用いた工程であることを特徴とする特許請求の範囲第2項乃至第15項のいずれかに記載のマスクパターンの形成方法。

発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

本発明はマスクパターンの形成方法に係り、特に、光転写 (ステツパ等)、電子ビーム転写、X線転写等のパターン転写技術を用いられるレチクルあるいはマスターマスクの作成に必要なマスクパターンの形成方法に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

半導体技術の進歩と共に、超LSIをはじめ、半導体装置の高集積化が進められてきており、高精度の微細パターン形成技術が要求されている。このような形成技術を量産ラインで使用するには高速性が必要であり、ステツパ等のパターン転写技術の進歩が不可欠のものとなつてきている。そこでi線を用いたステツパや電子ビーム転写あるいはX線転写等のサブミクロン・パターン転写技術が研究開発される一方、ステツパやアライナー等の従来のパターン転写技術に対して要求される精度も日増しに厳しくなつてきている。

従つて、当然、パターン転写の原因となるレチクルやマスターマスクの高精度化が期待されており、形成可能な最少寸法の微細化と共にその寸法精度も一層高いものが要求され、 $0.1\mu\text{m}$ (3σ) 以下の寸法精度が要求されるまでに至つてきている。

従来、レチクルやマスターマスク用として広く用いられているクロムマスク基板は、第6図に示す如く、低膨張ガラス、石英等のガラスからなる母材21と、該母材上に、露光波長の光に対して不透明なクロム層からなる遮光層22と、露光時における反射光を抑制するための酸化クロム層からなる低反射膜23とが順次積層せしめられてなるものである。

このクロムマスク基板上の遮光層22と低反射膜とをレジストパターンをマスクとして選択的にエッチング除去することにより所望のマスクパターンを形成し、これをレチクルあるいはマスターマスクとして用いるわけであるが、形成に際しては、レジストパターンに対していかに忠実にクロムエッチングが実行できるかが問題となる。クロムエッチングの方法としては湿式法と乾式法とが知られている。

まず、湿式法を用いたマスクパターンの形成は、第7図aに示す如く、前記クロムマスク基板上にレジストパターン24を形成し、このレジストパターン24をマスクとして、硝酸第2セリウムアンモニウムと過塩素酸とからなるエッチング液に浸漬もしくはエッチング液をスプレー式に噴霧し、不要部のクロム層22および酸化クロム層23を除去することによつて行なわれる。このように湿式法によつてエッチングした場合第7図bに示す如く、レジストパターン24の下側までエ

5

ツチングが進行し、レジストパターン24と形成されるクロム層22および酸化クロム層23のパターン（以下、クロムパターン）とに大きなパターン変換差が生じる。そしてその量は $0.1 \sim 0.2 \mu m$ に及び、従つて第7図c、dに示す如く、レジストパターン24に同一寸法 l_0 の抜きパターンと残しパターンとがある場合、エツチング後のクロムパターンの寸法は、 l_1 、 l_2 （光学濃度の半値幅）となり、その差 $l_1 - l_2$ は $0.2 \sim 0.4 \mu m$ 以上にも達する上、クロムパターンの断面形状もアンダーカットを生じる等の問題があり、高精度化には限界があつた。

一方、乾式法を用いたマスクパターンの形成は、湿式法の場合と同様に、第8図aに示す如く、クロムマスク基板上にレジストパターン25を形成し、このレジストパターンをマスクとして、四塩化炭素（ CCl_4 ）等の塩素系ガスと酸素（ O_2 ）ガスとの混合ガスプラズマを用い、不要部のクロム層22と酸化クロム層23とをエツチング除去することによつてなされる。ところで近年、広く用いられている電子ビーム描画法を用いたレジストパターンの形成方法において使用される感電子線レジストでは、高感度、高解像度のレジストほどプラズマ耐性が弱く、クロム層22および酸化クロム層23を選択的に除去するための前記プラズマエツチング工程においてレジスト25の著しい膜減りを生じると共にレジスト後退による寸法変化を伴い、エツチング後のクロムパターンは第8図bに示す如く、断面傾斜のあるパターンとなる。このため、第8図c、dに示す如く、レジストパターン25に同一寸法 l_0 の抜きパターンと残しパターンとがある場合、エツチング後のクロムパターンの寸法は夫々、 l_1' 、 l_2' となりその差 $l_1' - l_2'$ はやはり $0.2 \sim 0.3 \mu m$ となり、高精度のマスクパターンの形成には依然として問題が残されていた。

上述の如く、高精度のレチクル、あるいはマスクパターンを作成するには、

- (1) 高精度のレジストパターン形成技術、
- (2) レジストパターンから、パターン変換差なく忠実に遮光パターンを形成する高精度のエツチング技術とそれに適うマスク基板

が必要であつた。

〔発明の目的〕

6

本発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、量産用パターン転写技術の要となる高精度マスクを作成するためのマスクパターンを形成することを目的とする。

〔発明の概要〕

上記目的を達成するため、本発明によれば、マスク基板として、マスク母材上に形成された遮光層上に、更に、該遮光層のパターニング工程におけるエツチング条件に対して耐性を有する薄膜層を積層せしめたものを使用し、該薄膜層上にレジストパターンを形成し、次いでこのレジストパターンをマスクとして該薄膜層をエツチングし、更に、該薄膜層のパターンをマスクとして前記遮光層をエツチングし、遮光層パターンを形成するようになっている。

〔発明の効果〕

本発明のマスクパターンの形成方法によれば、従来法では限界とみられていたレジストパターンと遮光パターンのパターン変換差を飛躍的に低減することが可能となつた。

また、比較的ドライエツチング耐性の小さいレジストを用いても薄膜層（被覆層）が耐性を有しているため、レジストパターンに忠実で、寸法精度および断面プロファイルの良好な遮光層のパターン形成が可能となる。

更に、従来電子ビーム描画での近接効果に対する種々の補正施策（パターン寸法補正、ドーズ量補正、高加速電圧化、多層レジスト法等）を実施しても、パターン寸法変換差が大きいために、高精度パターンを忠実に再現することは不可能であつたが、本発明の方法により、パターン寸法変換差を小さくすることができ、レジストパターンに忠実な遮光パターンの再現が可能となつた。

加えて、高精度のマスクパターンが容易に実現できるようになり、サブミクロン領域の高集積デバイス用パターン転写技術も確実なものとなつた。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ詳細に説明する。

第1図は、本発明実施例のマスク基板の断面図を示すもので、このマスク基板は、低膨張ガラスからなるマスク母材11上に、遮光層としての膜厚約800Åのクロム膜12および微細パターン形

成用薄膜としての膜厚約100Åのタンタル薄膜13を順次積層せしめたものである。なお、該タンタル薄膜13は、クロム膜12のパターニングのためのドライエッチング工程で用いられる四塩化炭素等の塩素系ガスと酸素ガスとの混合ガスに対して著しい耐性を有する。

また、このマスク基板の形成は、マスク母材11上に、スパッタ蒸着法を用いてクロム膜、タンタル薄膜を順次積層せしめることによつてなされる。

次にこのマスク基板を用いた高精度マスクの形成方法について説明する。

まず、該マスク基板上に、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 膜14を形成した後、加速電圧50KV、照射量50μC/cm²の電子ビーム照射を行ない所望のパターンを描画し、酢酸イソアルミ (IAA) を用いて現像処理を行ない、レジストパターン14を形成する。(第2図a)

次いで、該レジストパターン14をマスクとし、反応性イオンエッチング (RIE) により、第2図bに示す如くタンタル薄膜13を選択的に除去する。このときのエッチング条件は、反応ガスとして六弗化イオウ (SF₆) を用い、200W、0.06Torr、30秒間とする。このようにして形成された開口W₁はレジストパターンの開口W_Rに忠実に形成されており、レジストパターンの膜減りによる寸法変化は0.03μm以内に抑えることができた。

続いて、四塩化炭素 (CCl₄) と酸素の混合ガスを用い、700W、0.07Torr、15分間の反応性イオンエッチングにより、クロム膜12を選択的に除去する。この工程で、レジストパターン14は、徐々に除去されていくが、タンタル薄膜は著しい耐性を有するため、ほとんど膜減りもなく、下層のクロム膜12に対するマスクとして有効に作用する。従つて、第2図cに示す如く、形成されるクロム膜のパターンは元のレジストパターン14の寸法に対して、0.05μm以内の寸法変化に抑えることができた。また、このとき、レジストパターン14は、エッチングによる膜減りによつて徐々に除去されていき、特別なレジスト剝離工程は不要であつた。

なお、この実施例を用いた薄膜はそれ自身、良好な遮光特性を有するため、第2図cに示したよ

うなTa-Cr複合パターンのままでも高精度マスクとして使用可能であるが、必要に応じて、第2図dに示す如く、タンタル薄膜を除去してもよい。

また、レジストとしては、ポリメチルメタクリレートの他、ポリグリシジルメタクリレート (PGMA) 等、他の物質を用いてもよいことはいうまでもない。ポリグリシジルメタクリレートをレジストとして用いた場合、20KV、1μC/cm²の電子ビーム描画を行なつた後メチルエチルケトンとエタノールの混合液により現像処理を行なうことによつて、実施例と同様に寸法精度の良好なマスクパターンが形成される。尚、レジストパターン形成方法としては、電子ビーム描画に限らず光露光法等周知のパターン形成方法が使えることは言うまでもない。

更に、本発明は、実施例に示したタンタル-クロム複合マスク基板に限定されることなく、遮光層が第3図乃至第5図に示す如く、クロム膜等の遮光膜12と酸化クロム膜等の低反射膜14との2層構造からなるもの、遮光膜12と、インジウムもしくはスズの酸化物等からなる導電膜15の2層構造からなるもの、遮光膜12、導電膜15、低反射膜14の3層構造からなるもの等、遮光層が積層型である場合にも適用可能であり、エッチング耐性を有する微細パターン形成用薄膜13を形成することにより、寸法精度の良好なマスク形成が可能となる。

更にまた、微細パターン形成用薄膜13としては、タンタル薄膜に限定されるものではなく、クロム膜等の遮光層が容易にエッチングされる条件で、比較的強い耐エッチ性を示し、逆に遮光層が比較的強い耐エッチ性を示すエッチング条件で容易にエッチングされる物質であればよい。ドライエッチングを用いる場合には例えば、遮光層として、クロム膜を用いる場合には、シリコン (Si)、窒化シリコン (Si₃N₄)、多結晶シリコン、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、酸化シリコン、ポリシロキサン等、塩素系ガスに対しては比較的耐エッチ性があり、弗素系ガスに対しては比較的容易にドライエッチングされる物質が有効である。また、その膜厚についても、ピンホール特性や、レジストパターンに用いられるレジストの耐ドライエッチ性を考慮して、適宜選択可能であ

9

るが、レジストとのパターン変換差を小さくする為に、100~300Å程度が望ましい。

加えて、マスク母材としても、低膨張ガラスあるいは石英に限定されることなく、適用するパターン転写技術に応じて、適宜選択可能であり、X線マスクとして用いる場合には、シリコン、窒化シリコン、ポリイミド等も使用可能である。

又、所定エネルギーを有する荷電ビームを用いた、荷電ビーム投影露光法用マスク・パターンや、チャネリング・マスク・パターンを形成する場合にも、母材及び遮光材を適宜選択することにより本発明を適用できることは言うまでもない。

また、微細パターン形成用薄膜のエッチングガスとしては六弗化イオウに限定されるものではなく、テトラフルオルメタン (CF_4)、オクタフルオルプロパン (C_3F_8)、のいずれかあるいはこれらと水素ガス (H_2) 又は酸素ガス (O_2) との混合ガス等の他の弗素系ガス、アルゴンガス等の使用も有効である。

更に、遮光層のエッチングガスとしては、四塩化炭素と酸素の混合ガスに限定されるものではな

10

く、塩化メチレン (CH_2Cl_2)、塩化ホウ素 (BCl_3) のいずれかあるいはこれらと酸素ガスとの混合ガスの使用も有効である。

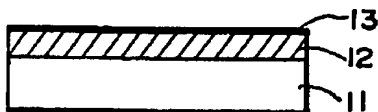
尚、本発明により、微細パターン形成用薄膜もしくは遮光層のエッチング方法として、湿式あるいは乾式エッチング法を組み合わせ、マスク・パターンを形成することも出来る。

図面の簡単な説明

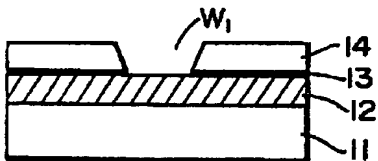
第1図は、本発明実施例のマスク基板を示す図、第2図a~cは、同マスク基板を用いたマスクパターンの形成工程を示す図、第2図dは薄膜を除去した場合のマスクを示す図、第3図乃至第5図は、本発明の他の実施例を示す図、第6図は、従来のマスク基板の1例を示す図、第7図および第8図は、従来のマスク基板を用いた場合のマスクパターンの形成状態を示す図である。

11……マスク母材、12……クロム膜(遮光層)、13……タンタル薄膜(被覆層)、14……レジストパターン、21……母材、22……遮光層、23……低反射膜、24……レジストパターン。

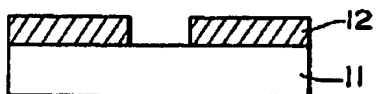
第1図



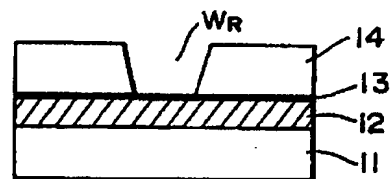
第2図 b



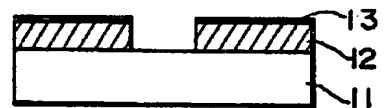
第2図 d



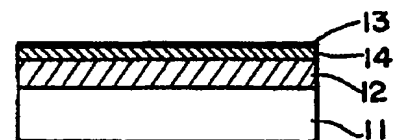
第2図 a



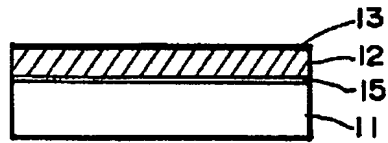
第2図 c



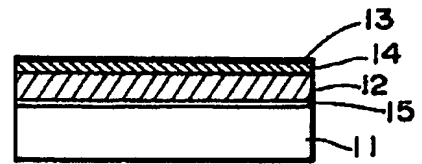
第3図



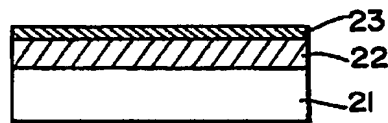
第 4 图



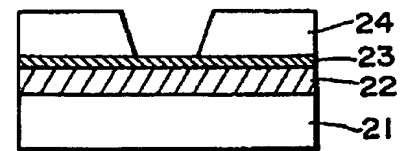
第 5 图



第 6 图



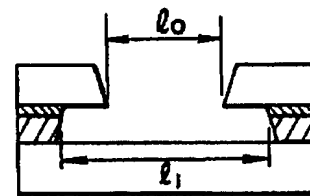
第 7 图 a



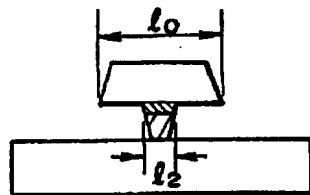
第 7 图 b



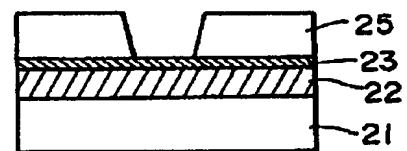
第 7 图 c



第 7 图 d



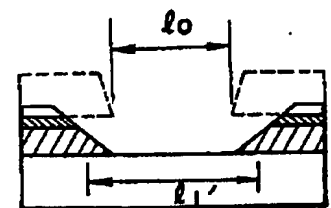
第 8 图 a



第 8 图 b



第 8 图 c



第 8 图 d

